

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

10 Rec'd PCT/PTU

01 FEB 2005

PCT/EP

REC'D 05 SEP 2003
WIPO 628 PCT WO

# BREVET D'INVENTION

EPO - DG 1

11.08.2003

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

(91)

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 JUL 2003

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

09 540 14 / 260899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>6 AOÛT 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0209997</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>06 AOÛT 2002</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  Laurent LUCAS THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende 94117 ARCUEIL Cedex	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) <b>62845</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date : ____/____/____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date : ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° _____ Date : ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)  ANTENNE SONAR SYNTHETIQUE			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date : ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date : ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date : ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 5 2 0 5 9 0 2 4	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	173, Boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008 PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES  
DATE **6 AOÛT 2002**  
LIEU **75 INPI PARIS**  
N° D'ENREGISTREMENT **0209997**  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

08 540 W / 250899

<b>Vos références pour ce dossier :</b> (facultatif)		<b>62 845</b>	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		LUCAS	
Prénom		Laurent	
Cabinet ou Société		THALES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
N° de téléphone (facultatif)		01.41.48.45.41	
N° de télécopie (facultatif)		01.41.48.45.01	
Adresse électronique (facultatif)		laurent.lucas@thalesgroup.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		<b>Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Laurent LUCAS		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  	

La présente invention se rapporte aux antennes sonars qui sont  
5 utilisées pour former une antenne synthétique et plus particulièrement à  
l'autocalibration d'une telle antenne synthétique.

Les antennes synthétiques sont bien connues, tant dans le  
domaine des radars que celui des sonars, et l'autocalibration de telles  
10 antennes est une technique elle-même connue, décrite en particulier dans un  
article de Didier Billon et Franck Fohanno publié dans les actes de "OCEAN  
98" par IEE aux pages 965 à 970.

L'autocalibration d'une antenne synthétique basée sur la  
15 corrélation inter-réurrences consiste à estimer une longueur  $L$ , d'un  
déplacement parallèle à l'antenne, un retard  $\tau$  entre deux signaux corrélés, et  
une variation de gisement  $\beta$  induite par la rotation de l'antenne, à partir de  
signaux de deux récurrences successives reçus sur deux intervalles  
temporels correspondant à un même intervalle de distance et suffisamment  
20 petits pour que ces paramètres puissent être supposés constants. La  
longueur  $L$  est la somme, d'une part, des longueurs des composantes  
parallèles à l'antenne du déplacement entre les deux instants d'émission et  
d'autre part, du déplacement entre deux instants de réception relatifs au  
centre de l'intervalle de distance considéré. Si  $O\xi$  est l'axe de l'antenne  
25 orienté dans le sens du déplacement, l'autocalibration est basée sur la  
corrélation entre le signal reçu au point d'abscisse  $\xi$  à la première récurrence  
et au point d'abscisse  $\xi - L$  à la deuxième récurrence.

La précision des estimées dépend notamment du nombre de  
30 couples  $(\xi, \xi - L)$  d'abscisses sur l'antenne tel que le champ acoustique  
incident généré par la réverbération du fond de la mer ait des valeurs  
indépendantes aux abscisses  $\xi$  comprises entre  $\xi_1 + L$  et  $\xi_M$ ,  $\xi_1$  et  $\xi_M$  étant les  
abscisses des centres de phase des capteurs extrêmes de l'antenne.

Le nombre de valeurs indépendantes du champ acoustique le long de l'antenne de réception est égal au rapport entre la longueur de l'antenne  $L_r$  et la longueur de corrélation du champ le long de l'antenne, laquelle est égale au rapport  $\lambda/\Delta\theta$  de la longueur d'onde  $\lambda$  et de la largeur en gisement  $\Delta\theta$  du secteur d'émission.

Dans l'art connu, le pas entre les capteurs de l'antenne de réception doit être inférieur à cette longueur de corrélation du champ, le rapport entre les deux longueurs ayant en pratique une valeur de l'ordre de 1,5. Autrement dit, le nombre de capteurs doit être supérieur au nombre de valeurs indépendantes du champ incident le long de l'antenne dans le même rapport.

Ainsi augmenter le nombre de valeurs indépendantes du champ le long de l'antenne, implique dans l'art connu de réduire le pas entre capteurs, donc d'en augmenter le nombre. L'invention vise à obtenir le même effet avec une augmentation moindre que dans l'art antérieur.

L'invention propose dans sa réalisation préférée, une antenne sonar synthétique caractérisée, en ce que la géométrie de l'antenne de réception est optimisée de manière à minimiser le nombre de capteurs en fixant le pas imposé par la précision de l'autocalibration, à au moins une extrémité de l'antenne de réception.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante, présentée à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, le schéma de l'antenne de réception selon la réalisation préférée de l'invention et,
- la figure 2, le schéma de cette antenne selon une variante de réalisation de l'invention.

Dans la suite de la description, le terme "antenne" seul est relatif à une antenne de réception.

Pour maximiser le taux de couverture horaire du système sonar, il faut que la vitesse de la plate-forme soit proche de la limite supérieure imposée par le principe de l'antenne synthétique. Dans ce cas, la longueur  $L/2$  du déplacement inter-récurrences mesuré parallèlement à l'antenne est  
 5 proche de la longueur  $L_r$  de l'antenne. Ainsi les extrémités avec lesquelles est faite la corrélation interrécurrences, de longueur  $L_r - L$ , comportent alors un nombre de capteurs insuffisant pour permettre une interpolation spatiale satisfaisante.

10 L'invention propose, comme représenté sur la figure 1, de réduire le pas aux deux extrémités de l'antenne 101, le reste de l'antenne conservant un pas qui est déterminé, comme dans l'art connu, par le niveau désiré du lobe image dans le diagramme de directivité d'une voie, ce qui conduit en pratique à fixer un pas par exemple de l'ordre de  $0,7 \cdot \lambda / \Delta\theta$  noté  $d$ .

15

Selon une variante, le pas n'est réduit qu'à une seule extrémité.

Le pas réduit étant noté  $d'$ , soit  $N$  le nombre de capteurs au pas nominal de  $d$  et  $N'$  le nombre de capteurs au pas réduit  $d'$  (voir figure 1). Le nombre total de capteurs est alors  $M = N + N'$ . Pour qu'on puisse déterminer  
 20 par interpolation au moins un couple de signaux  $(s(\xi, t), s(\xi - L, t + T_r))$  constitué d'un signal d'une première récurrence et d'un signal d'une deuxième récurrence dont les centres de phase sont distants de  $L$ , le paramètre de l'autocalibration étant défini plus haut, il faut satisfaire l'inégalité :

25

$$L \leq \xi_M - \xi_1 \quad (1)$$

La longueur de l'antenne étant fixée et donnée par l'expression  $L_r = Nd + N'd'$  la relation (1) s'écrit de manière équivalente :

30

$$L \leq L_r - d \quad (2)$$

si le pas  $y$  est constant comme dans l'art connu ( $N' = 0$ ), ou bien,

$$L \leq L_r - \frac{d + d'}{2} \quad (2')$$

si le pas est réduit à une seule des deux extrémités, ou bien encore,

$$L \leq L-d' \quad (2'')$$

5

si le pas est réduit aux deux extrémités.

Ainsi, la longueur  $L_r$  étant fixée, la limite sur  $L$  est plus grande que dans l'art connu si le pas est réduit à une extrémité, et plus grande  
10 encore si le pas est réduit aux deux extrémités. Cet avantage est acquis dès lors qu'à une extrémité à pas réduit, il y a au moins un capteur.

Lorsque  $d$  est très inférieur à  $L_r$ , la moindre limitation de  $L$ , donc de la vitesse de la plate-forme, ne constitue qu'un faible avantage relatif par  
15 rapport à l'art connu. Mais cette analyse ne tient pas compte de la qualité requise par l'interpolation spatiale de l'autocalibration de l'antenne synthétique.

Selon le gain de résolution désiré pour le traitement d'antenne  
20 synthétique, le pas  $d$  est déterminé classiquement en fonction de critères de qualité de directivité des voies formées. Or sa valeur s'avère généralement incompatible avec la précision d'autocalibration nécessaire.

Le procédé de l'invention permet dans ce cas une économie  
25 substantielle sur le nombre de capteurs de l'antenne, dans un rapport proche de celui du pas  $d$  déterminé classiquement et du pas  $d'$  fixé par la précision de l'autocalibration si les extrémités de l'antenne porteuses de la corrélation inter-réurrences ont une longueur très inférieure à la longueur totale de l'antenne. Ce cas peut notamment se représenter quand on exploite le  
30 procédé d'autocalibration décrit dans la demande de brevet publiée en France sous le n° 2 769 372. Il y est exposé un procédé permettant de réduire la longueur de ces extrémités tout en conservant une précision d'autocalibration suffisante grâce à la prise en compte dans le traitement de mesures gyrométriques.

35

La condition (1) n'est valable que si une interpolation linéaire est suffisante. Par exemple, si  $\xi_1 < \xi_M - L < \xi_2$ , l'interpolation est faite selon la formule :

$$s(\xi_M - L, t + T_r) = \frac{(\xi_2 - \xi_M + L)s(\xi_1, t + T_r) + (\xi_M - L - \xi_1)s(\xi_2, t + T_r)}{\xi_2 - \xi_1} \quad (3)$$

Cette interpolation peut s'avérer insuffisamment précise dans le cas d'une antenne dont le pas constant  $d$  est déterminé, comme dans l'art antérieur, indépendamment de la contrainte liée à la précision de l'interpolation dans l'autocalibration. Si  $K$  est l'ordre de l'interpolation requise avec une telle antenne,  $K = 1$  correspondant à une interpolation linéaire,  $K = 2$  correspondant à une interpolation parabolique et ainsi de suite, il faut alors remplacer si  $K > 2$ , la condition (2) par la condition plus strict  $L \leq L_r - (K + 1)\frac{d}{2}$ .

15

On peut choisir le pas réduit  $d'$  afin que l'interpolation linéaire (3) soit suffisante. Il suffit alors qu'il y ait 2 capteurs à pas réduit à l'une des deux extrémités. En Effet, au lieu d'interpoler les signaux des deux premiers capteurs de la deuxième récurrence, reçus à  $t + T_r$ , pour déterminer le signal de centre de phase  $\xi_M - L$ , les signaux des deux derniers capteurs de la première récurrence, reçus à  $t$ , sont interpolés selon une formule analogue à (3) pour déterminer le signal de centre de phase  $\xi_1 + L$ .

20

De manière générale, la mise en œuvre du procédé de l'invention n'implique pas que le pas soit réduit sur toute la longueur  $L_r - L$  d'une extrémité de l'antenne, l'intérêt du pas réduit pas rapport au pas nominal n'étant réel que pour les quelques capteurs d'extrémité, typiquement par exemple entre 1 et 4, afin de pallier la perte de précision de l'interpolation spatiale due aux effets de bord.

30



## REVENDICATIONS

1 – Antenne sonar synthétique caractérisée en ce que la  
géométrie de l'antenne de réception est optimisée de manière à minimiser le  
5 nombre de capteurs en fixant le pas imposé par la précision de  
l'autocalibration à au moins une extrémité de l'antenne de réception.

2 – Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on  
augmente le nombre de capteurs à chaque extrémité de l'antenne par  
10 rapport à la partie centrale pour obtenir un pas plus fin de ces capteurs à ces  
extrémités.

3 – Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on  
augmente le nombre de capteurs à une seule extrémité de l'antenne par  
15 rapport à la partie centrale pour obtenir un pas plus fin de ces capteurs à  
cette extrémité.

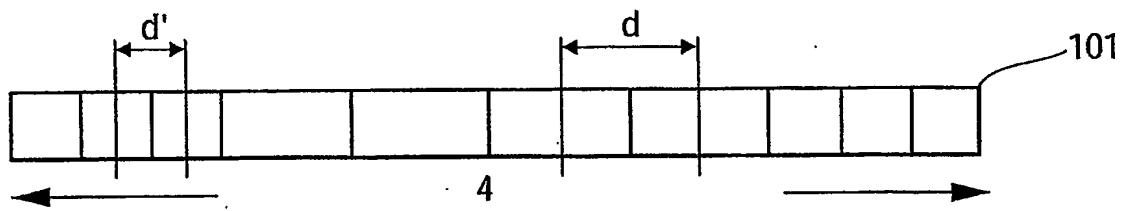


Fig. 1

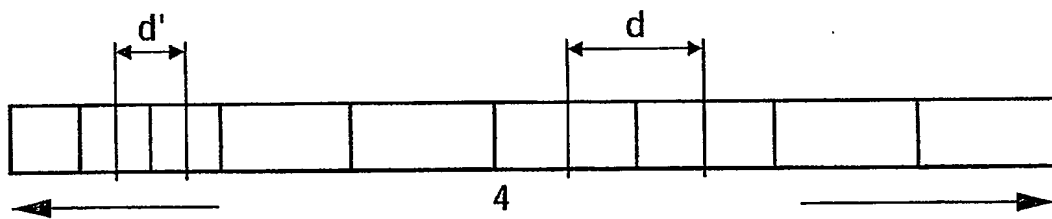


Fig. 2



**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
 Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11 235 02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
 75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..  
 (Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260893

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62845	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0209997	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
ANTENNE SONAR SYNTHETIQUE			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BILLON	
Prénoms		Didier	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
06 AOÛT 2002 Laurent LUCAS			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**